

Aus dem Institut für gerichtliche und soziale Medizin
der Freien Universität Berlin

Direktor: Professor Dr. med. Walter Krauland

Über das Verhalten des optokinetischen
Nystagmus bei
verschiedenen Reizmusterdichtungen

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

Vorgelegt von

Ingrid Baumgärtel geb. Birkholz aus Hannover

1965

Aus dem Institut für gerichtliche und soziale Medizin der
Freien Universität Berlin
Direktor: Professor Dr. med. Walter K r a u l a n d

Über das Verhalten des optokinetischen
Nystagmus bei verschiedenen
Reizmusterdichten

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der medizinischen Doktorwürde

an der

Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Ingrid B a u m g ä r t e l

geb. Birkholz aus Hannover

Dekan: Professor Dr.med. Adalbert L o e s c h k e
Referent: Professor Dr.med. Walter K r a u l a n d
Korreferent: Priv.Doiz.Dr.med. Erwin M e y e r r a t k e n



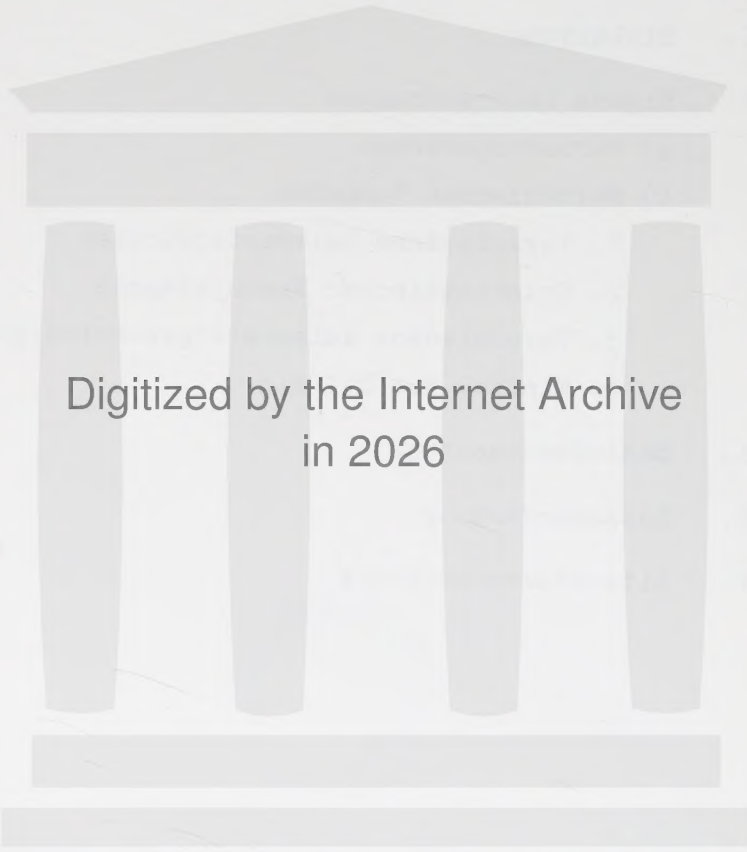
Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Freien Universität Berlin.

Promoviert am: 14.10.1965

Inhaltsübersicht

=====

- I. Einleitung
- II. Eigene Untersuchungen
 - a) Versuchspersonen
 - b) Methodisches Vorgehen
 - 1. Verschiedene Reizmusterdichten
 - 2. Optokinetischer Nachnystagmus
 - 3. Verschiedene Reizmustergeschwindigkeiten
 - 4. Einfluß von Coffein
- III. Schlußbetrachtung
- IV. Zusammenfassung
- V. Literaturverzeichnis



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550805_0049

I. Einleitung

Mit Einführung der Elektronystagmographie (ENG) ist es gelungen, den optokinetischen Nystagmus (oNy) als Funktionsprüfung des optisch-vestibulären Systems zu verwerten. S c h o t t (1922), J u n g (1939), G r ü t t n e r (1939), M a c k e n s e n (1952) und M i t t e r m a i e r (1952) haben die entscheidende Entwicklungsarbeit geleistet.

J u n g konnte in Verbindung mit der Aufzeichnung des vestibulären Nystagmus wertvolle Hinweise auf die Funktion der entsprechenden Zentren im Hirnstamm geben. Er nimmt an, daß in der Substantia reticularis von Mittelhirn und Brücke das sogenannte supranucleäre Blickzentrum liegt, das ein gemeinsames Schaltzentrum des optisch-vestibulären Systems darstellt. In den Vestibulariskernen sind die Richtungen der Augenbewegungen vertreten; die letzte gemeinsame Strecke der Blickbewegungsimpulse geht zu den Augenmuskelkernen. J u n g folgert, daß es sich beim oNy um einen psychophysischen Reflex handelt, dessen Rhythmus in der Substantia reticularis entsteht, gleichzeitig bahnt ein corticaler Einfluß in Form optischer Aufmerksamkeitsimpulse die rhythmischen Nystagmusentladungen.

Nach den grundlegenden Untersuchungen von J u n g war mit der ENG eine objektive Meßmethode gegeben und es war möglich geworden, der Beeinflussung des oNy durch Alkohol und Pharmaka nachzugehen. Schon O h m (1922) und B e n d e r (1951) hatten darauf aufmerksam gemacht, daß der oNy durch Sedativa gedämpft wird.

Den hemmenden Einfluß des Alkohols auf den oNy hat U n g e (1955) zunächst erkannt. S t a r c k (1955) hat diese Erscheinung in experimentellen Untersuchungen genauer aufgezeigt; er konnte auch nachweisen, daß durch starke Ermüdung der oNy gehemmt wird.

Aus den Untersuchungen von K l e i n (1958) geht hervor, daß der oNy durch Kurzsnarkotika (Evipan, Cito-Eunarcon) gedämpft wird und erst nach 80 - 90 Min. wieder Nüchternwerte erreicht werden. K l e i n hält die Personen erst nach diesem Zeitraum für verkehrstüchtig.

S c h u s t e r (1959) hat in sorgfältigen Untersuchungen gezeigt, daß mit steigendem Alkoholisierungsgrad der Abfall

der Frequenzwerte des oNy annähernd linear ist. Anknüpfend an diese Untersuchungen haben K r a u l a n d , S c h u - s t e r und K l e i n (1960) versucht, die Veränderung des ENG durch Alkohol und Pharmaka genau zu analysieren. Durch Herabsetzung der Reizmusterdichte ist es ihnen gelungen, die Blickbewegungen des Auges von einem zentralen Rhythmus zu trennen. Sie setzten die Reizmusterdichte von 24 Streifen in 10 Sekunden bis auf 1 Streifen in 10 Sekunden jeweils bei einer Winkelgeschwindigkeit von $36^{\circ}/\text{sec.}$ herab und erhielten zwischen den Ausschlägen großer Amplitude, die den Blickbewegungen entsprachen, Ausschläge kleinerer Amplitude und höherer Frequenz, die sie als modifizierten Nachnystagmus (NNy) bezeichneten.

Die Autoren konnten weiter zeigen, daß dieser NNy, den sie als Ausdruck des zentralen Rhythmus ansprechen, durch Alkohol und Pharmaka frühzeitig gedämpft wird, während die Blickfolgebewegungen der im Gesichtsfeld vorbeiziehenden Streifen noch erhalten sind und erst durch Koordinationsstörungen der Augenmuskeln gestört werden.

Diese Ergebnisse führen zu den grundsätzlichen Untersuchungen über die Veränderungen des oNy durch Modifikation der Reizmusterdichte und -geschwindigkeit und zu der Registrierung des NNy hin.

Schon M a c k e n s e n (1954) hat sich in mehreren ausführlichen Untersuchungen bemüht, die Nystagmusform durch Auswertung einzelner Größen quantitativ zu erfassen. Durch Veränderung der Reizmustergeschwindigkeit konnte er zeigen, daß die optimalen Bedingungen für die Entstehung des oNy bei einer Umlaufgeschwindigkeit von $35^{\circ}/\text{sec.}$ liegen.

Zur Messung des oNy hat M a c k e n s e n vier charakteristische Größen angegeben: Amplitude, Frequenz, Geschwindigkeit der langsamen und der schnellen Phase. Er versuchte die mit der Nystagmographie gemessenen Augenzuckungen durch eine Größe zu kennzeichnen; diese Größe definierte er als Produkt aus Amplitude und Frequenz und bezeichnete sie als Stärke oder als Energie des Nystagmus.

M a c k e n s e n kommt auch der Verdienst zu darauf hingewiesen zu haben, daß auch beim oNy ein NNy auszulösen ist.

Der NNy entsteht neben dem oNy ohne direkt von einem Reizmuster abhängig zu sein. Es wird ein automatischer Rhythmus

in Gang gesetzt, dessen Steuerung wahrscheinlich vom Stammhirn ausgeht. Bei der großen Variabilität der Nystagmuskurven, die unter verschiedenen Bedingungen geschrieben wurden, war es nötig, daß man stets einheitliche Versuchsgrundlagen benutzte. Ausgehend von dieser Notwendigkeit haben K r a u l a n d , S c h u s t e r und K l e i n bei ihren Untersuchungen stets die gleichen Versuchsbedingungen bezüglich Reizmusterdichte und -geschwindigkeit eingehalten, so daß die Ergebnisse untereinander vergleichbar sind.

Namentlich bei den oben erwähnten Untersuchungen, in denen der NNy auftrat, ergaben sich zahlreiche Probleme, denen genauer nachgegangen werden sollte:

1. Auslösbarkeit des optokinetischen Nachnystagmus,
2. Abhängigkeit des optokinetischen Nachnystagmus von der Reizmusterdichte und -geschwindigkeit,
3. Beeinflussung des optokinetischen Nystagmus durch Alkohol und Coffein.

II. Eigene Untersuchungen

a) Versuchspersonen

Für die Versuche wurden ausschließlich Männer herangezogen. Es waren überwiegend jüngere Menschen (Studenten und Angehörige der Berliner Bereitschaftspolizei), die nach eigenen Angaben körperlich gesund waren. Eine klinische Untersuchung der Probanden wurde nicht durchgeführt. Jedoch wurden Personen mit Augenfehlern ausgeschlossen.

b) Methodisches Vorgehen

Zur Registrierung des oNy wurde die im Institut für gerichtliche und soziale Medizin der Freien Universität Berlin entwickelte Apparatur benutzt, das Reizmuster wird dabei auf einen Wandschirm projiziert (Projektionsmethode).

Bei den einzelnen Versuchspersonen wurden - sowohl in den Versuchsreihen mit verschiedener Reizmustergeschwindigkeit als auch in denen mit wechselnder Reizmusterdichte - nacheinander Nystagmogramme unter den verschiedenen Reizbedingungen abgeleitet. Die Übergänge erfolgten stets ohne längere Pause. Jedes Nystagmogramm wurde

50 bis 60 Sekunden lang registriert. Für die rechnerische Auswertung wurden jeweils 20 Sekunden eines Registrierstreifens herangezogen. Jede Untersuchung dauerte im Durchschnitt 10 Minuten. Bevor auf die eigentliche Fragestellung eingegangen wird, seien noch einige allgemeine Gesichtspunkte vorausgeschickt.

1. Verschiedene Reizmusterdichten

Als optimale Reizmusterdichte wurden von R o e l o f s (1955) eine Anzahl von 3 - 12 Konturen in der Sekunde angegeben, wobei die schwarzen und weißen Streifen, die als Reizmuster dienten, gleich breit waren. Bei dünnen schwarzen Linien auf weißem Grund fand er für die optimale Reizmusterdichte einen Wert von 12 bis 20 Konturen in der Sekunde. Das Maximum für die Erregung von oNy stellte ein Reizmuster dar, welches aus 30 weißen Streifen, also aus 60 Konturen in der Sekunde bestand. Diese Reizmusterdichte entspricht bereits der kritischen Flimmerfrequenz.

R o e l o f s erzeugte den oNy mit Hilfe einer Drehtrommel, insofern sind die Ergebnisse nicht direkt vergleichbar.

Nach M a c k e n s e n (1954) steigt die mittlere Frequenz des oNy zu einem Wert von 3,1 - 3,4 Hertz an; das Maximum liegt bei einer Geschwindigkeit des Reizmusters von etwa 35⁰/sec.

Bei der in der vorliegenden Versuchsreihe verwendeten Winkelgeschwindigkeit von 36⁰/sec. für die Wanderung der Streifen benötigte der Einzelstreifen 0,8 sec., um den sichtbaren Teil des Wandschirmes zu durchlaufen. Für den sichtbaren Ausschnitt des Wandschirmes wurde unter Zugrundelegung eines theoretischen Mittelauges ein Wert von 52 cm gewonnen (bei einem Winkel von 20⁰).

Als Folge des räumlichen Sehens ergab sich jedoch eine Gesichtsfeldvergrößerung um einige Zentimeter nach beiden Seiten (Parallaxe). Diese Vergrößerung ist individuell verschieden, da sie direkt vom Augenabstand abhängig ist.

Die zeitliche Reihenfolge der Streifen bei den verschiedenen Reizmusterdichten ergibt sich aus der Tabelle 1.

Reizmusterdichte	zeitl. Abstand zwischen dem Verschwinden eines Streifens und dem Erscheinen des nächsten in sec.	Breite der Zwischenräume in cm
3 Streifen / 10 sec.	2,5	247
6 Streifen / 10 sec.	0,86	121
12 Streifen / 10 sec.	0,03	58
24 Streifen / 10 sec.	*)	27

*) Bei einem Reizmuster von 24 Streifen in 10 sec. läßt sich dieser Zeitraum nicht bestimmen, da sich immer mindestens zwei Streifen gleichzeitig im Gesichtsfeld befinden.

Zunächst wurden 30 Vorversuche an jungen Menschen durchgeführt, um ungefähre Anhaltspunkte über das Verhalten des oNy beim Wechsel der Reizmusterdichte zu gewinnen. Bei diesen Untersuchungen wurden die Reizmusterdichten in obengenannter Reihenfolge eingeschaltet. Dabei ergaben sich dieselben Kurvenbilder, wie sie schon bei den Versuchen von K r a u l a n d , S c h u s t e r und K l e i n sich ergeben hatten (siehe Abb. 1).

Bemerkenswert ist dabei, daß sich bei den Kurven, die bei einem Reizmuster von 3, 6 und 12 Streifen in 10 Sekunden geschrieben wurden, Zuckungen mit großer und Zuckungen mit kleiner Amplitude abwechseln; und zwar stimmen die großen Zuckungen mit der Anzahl der Streifen überein. Sie sind als Blickfolgebewegungen zu erkennen, welches besonders bei einem Reizmuster von 3 und 6 Streifen in 10 Sekunden deutlich wird. Bei zunehmender Streifenzahl nimmt die Höhe der Amplituden der Blickbewegungen jedoch ab, wahrscheinlich deshalb, weil das Auge infolge der größeren Dichte des Reizmusters nicht so weite Blickbewegungen ausführen kann.

Erst bei einem Reizmuster von 24 Streifen in 10 Sekunden erfolgt ein gleichmäßiger Rhythmus mit niedriger Amplitude; wobei ein signifikanter Unterschied zwischen Blickbewegung und Zuckungen nicht mehr vorhanden ist.

Bei den einzelnen Personen ergaben sich gewisse Unterschiede, auf die später noch eingegangen wird.

Die Vorbedingungen für einen regelmäßigen Ausfall des Nystagmogramms waren aber, daß die Versuchsperson dem Reiz-

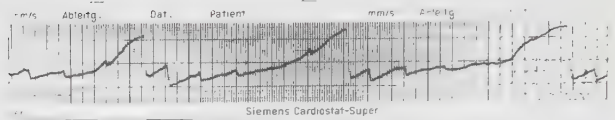
Verschiedene Reizmusterdichten

U.Sch. 25 Jahre

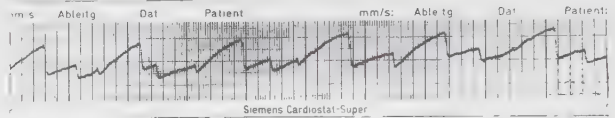
Reizmusterdichte:

Winkelgeschwindigkeit: $36^\circ/\text{sec}$

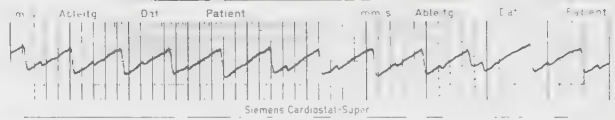
3 Streifen / Umdrehung



6 Streifen / Umdrehung



12 Streifen / Umdrehung



24 Streifen / Umdrehung

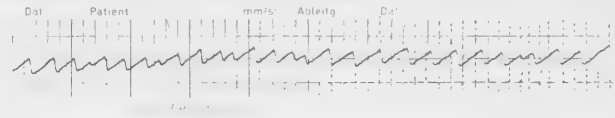


Abb. 1

muster die nötige Aufmerksamkeit zuwendete. War dieses nicht der Fall, so war auch mit einem Reizmuster von 3 Streifen in 10 Sekunden zunächst nur ein Nystagmogramm mit niedrigen Amplituden zu erzielen. Erst wenn die Versuchsperson aufgefordert wurde, die Streifen zu zählen, traten neben dem Nystagmusrhythmus die hohen Amplituden der Blickbewegungen deutlich hervor (siehe Abb. 2).

Andererseits gelang es auch den regelmäßigen Nystagmusrhythmus bei einem Reizmuster von 6 Streifen / 10 sec. willkürlich zu modifizieren, indem man die Versuchsperson aufforderte, nur jeden zweiten Streifen anzusehen. Dann ergab sich eine Aufeinanderfolge von Zuckungen mit großer und solchen mit kleiner Amplitude wie bei einem Reizmuster von 3 Streifen / 10 sec. (siehe Abb. 3).

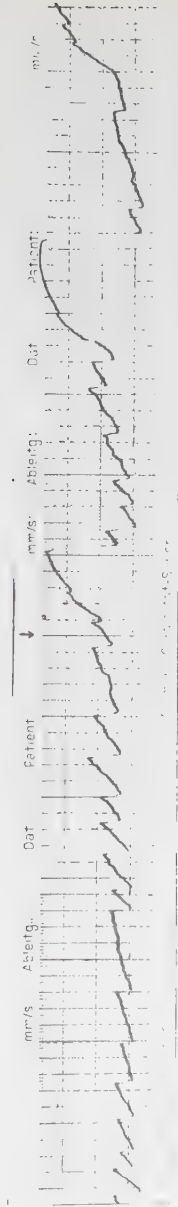
Jedoch waren diese Variationen nicht bei allen Probanden möglich und es zeigte sich, daß das Nystagmogramm bei Reizmusterdichten von 3, 6 und 12 Streifen in 10 Sekunden leichter zu beeinflussen war als bei einem Reizmuster von 24 Streifen in 10 Sekunden.

Aufforderung die Streifen zu zählen

W.L. 25 Jahre
Reizmusterdichte:

Reizmustergeschwindigkeit: 36°/sec

3 Streifen / min



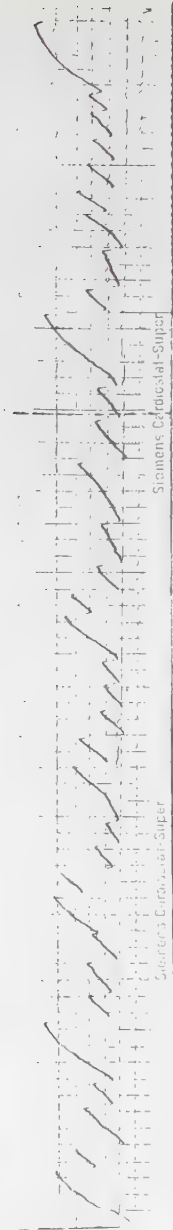
Aufforderung jeden zweiten Streifen anzusehen

W.K. 19 Jahre

Reizmusterdichte:

Reizmustergeschwindigkeit: 36°/sec

6 Streifen / min



2. Nachnystagmus (NNy)

Diese Untersuchungen wurden an 80 kasernierten Bereitschaftspolizisten durchgeführt *). Die jungen Männer waren durchwegs in einem Alter zwischen 18 und 20 Jahren, sie waren körperlich gesund, auch Sehfehler waren nicht vorhanden. Die Untersuchungen wurden im Anschluß an die Mittagsruhe in der Freizeit durchgeführt.

Ebenso wie bei den Nystagmogrammen mit gleichmäßigem Rhythmus ergaben sich bei den einzelnen Personen individuelle Schwankungen des NNy. Diese individuellen Abweichungen betrafen vor allem die Regelmäßigkeit, mit der der oNNy auszulösen war. Während bei einzelnen Personen bei einem Reizmuster von 3 Streifen in 10 Sekunden nur einzelne Nachnystagmuskuckungen auftraten, waren bei anderen Personen bis zu 8 Zuckungen mit kleiner Amplitude bei demselben Reizmuster festzustellen, die mit dem regelmäßigen Nystagmus bei 24 Streifen in 10 Sekunden übereinstimmen (siehe Abb. 4 und 5).

Auffallend war ferner, daß der NNy bei einzelnen Personen bei bestimmten Reizmusterdichten praktisch fehlte, ohne daß sich ergründen ließ, worauf dies zurückzuführen war. Daß aber bei allen 3 Reizmusterdichten gleichzeitig kein NNy vorhanden war, kam nicht vor.

Ausfälle bei nur einer bestimmten Reizmusterdichte sind von geringer Bedeutung. Die Ursache ist schwer zu erklären.

Wahrscheinlich ist der Nachnystagmus von der Aufmerksamkeit abhängig und schon deswegen individuell sehr verschieden.

Wenn man nur von dem wohlausgebildeten NNy ausgeht, so war der NNy bei einem Reizmuster von 6 Streifen in 10 Sekunden am deutlichsten ausgeprägt, wie sich aus der folgenden Tabelle ergibt:

Anzahl der Probanden mit Zwischenzuckungen

Reizmuster:

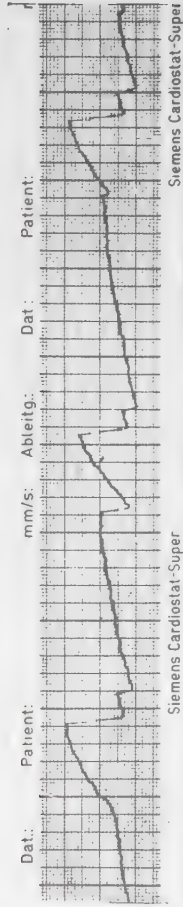
12 Streifen/Umdrehung	66 %
6 Streifen/Umdrehung	80 %
3 Streifen/Umdrehung	64 %

*) Herrn Obermedizinalrat Dr. V e i t sei für die Vermittlung auch an dieser Stelle gedankt.

Optokinetischer Nachnystagmus

Reizmusterdichte: 3 Streifen/10sec
Winkelgeschw. : 36°/sec

♂ L. P. 19 J.



♂ H. R. 50 J.



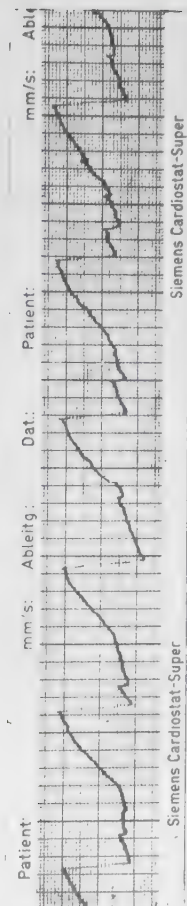
♂ M. D. 18 J.



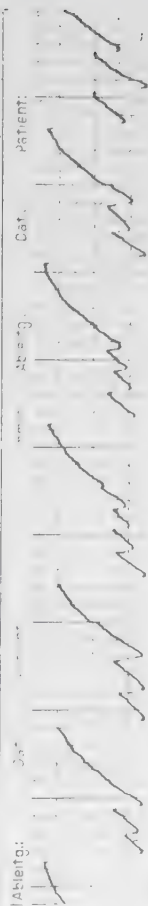
Optokinetischer Nachnystagmus

Reizmusterdichte: 6 Streifen/10 sec
 Winkelgeschw.: 36°/sec

♂ Sch. H. 18 J.



♂ Sch. S. 24 J.



♂ M. D. 18 J.



Im übrigen ließ sich bei Personen, bei denen ein NNy nicht sofort auftrat, der NNy bahnen, indem vorher ein Reizmuster von 24 Streifen in 10 Sekunden geboten wurde.

Dabei zeigte sich, daß bei plötzlichem Umschalten von einem hohen auf ein niedriges Reizmuster der alte Rhythmus noch einige Sekunden andauerte und die Umstellung auf das neue Reizmuster erst später erfolgte (s. Abb. 6, Seite 13).

3. Verschiedene Reizmustergeschwindigkeiten

M a c k e n s e n (1955) hat Versuche mit steigender Reizmustergeschwindigkeit durchgeführt. Dabei ergab sich, daß die Fähigkeit des oculomotorischen Apparates, sich den Änderungen der Reizbedingungen anzupassen, offensichtlich begrenzt ist. Eine Steigerung der Reizintensität durch Vergrößerung der Reizmustergeschwindigkeit wird nur bis zu einem gewissen Grade von einer kontinuierlichen Verstärkung des Nystagmus sowohl hinsichtlich der Amplitude als auch der Frequenz beantwortet. Die Frequenz erreicht nach Untersuchungen von M a c k e n s e n , R o e l o f s und v a n d e r B e n d einen Höchstwert bei einer Reizmustergeschwindigkeit von $40^{\circ}/\text{sec}$; die regelmäßige Schlagfolge beginnt bei $12^{\circ}/\text{sec}$. Das Optimum der oNy liegt nach diesen Autoren bei einer Umlaufgeschwindigkeit von $35^{\circ}/\text{sec}$.

Für die Untersuchungen dieser Versuchsreihe wurde ein Motor verwendet, dessen Geschwindigkeit stufenlos von 3 bis zu 45 Umdrehungen in der Minute geregelt werden konnte.

Die Nystagmogramme wurden bei einem Reizmuster von 3, 12 und 24 Streifen je Umdrehung jeweils bei fünf verschiedenen Umdrehungsgeschwindigkeiten registriert. Die Frequenz der Nystagmuskuckungen nahmen wie bei M a c k e n s e n mit steigender Reizmustergeschwindigkeit zunächst zu, bleibt dann einige Zeit bei einem Maximum stehen, um später in den meisten Fällen wieder abzusinken.

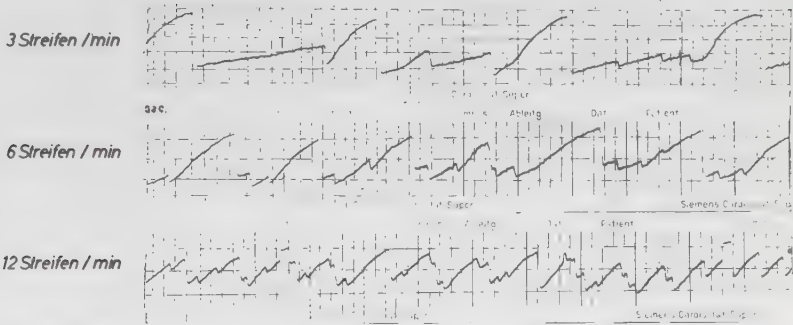
Die zur Erzeugung der größten Nystagmusfrequenz erforderliche Umdrehungsgeschwindigkeit unserer Schlitztrommel war für die einzelnen Versuchspersonen unterschiedlich und nur in einem engen Bereich gegen beide parallel. Bei Verwendung des Reizmusters von 3 Streifen/ 360° lag die größte Nystagmusfrequenz zwischen 27 und 32 Umdrehungen/min. Bei schnelleren Umdrehungen nahm die Schlagfolge wieder ab oder es

**Provozierung von Zwischenzuckungen
mit vorherigem Reizmuster von 24 Streifen/min**

W.B. 18 Jahre

Reizmustergeschwindigkeit: 36°/sec

ohne vorheriges Reizmuster:



mit vorherigem Reizmuster:

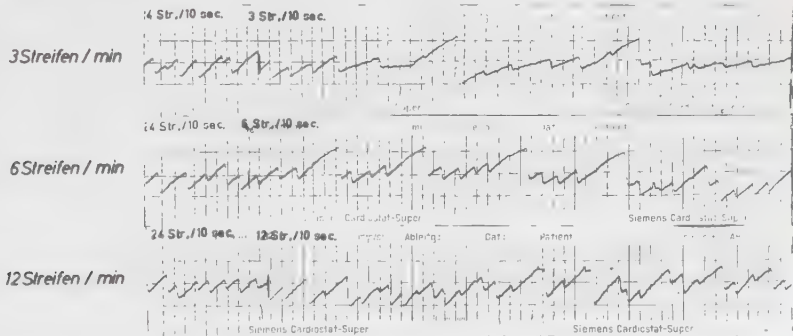


Abb. 6

kam überhaupt kein Nystagmus mehr zustande. Durch die Erhöhung der Winkelgeschwindigkeit wird offenkundig nicht dasselbe erreicht, wie mit der Erhöhung der Reizmusterdichte. In unserer Versuchsanordnung entsprachen: (s. Tabelle II)

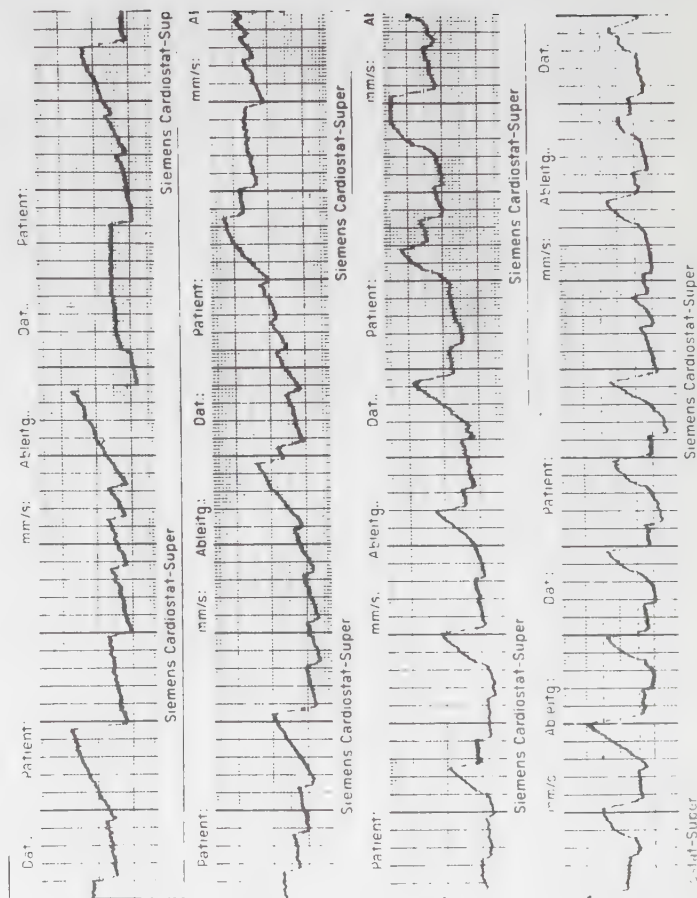
Umdrehung / min	Streifen / min	Geschwindigkeit °/sec.
9	27	54
15	45	90
21	63	125
27	81	162

Beispiel (s. Abb. 7)

Verschiedene Reizmusterdichten: 3 Streifen / Umdrehung

R. St. 28 Jahre

Reizmusterdichte: 3 Streifen / Umdrehung



9 Umdrehungen / min

15 Umdrehungen / min

21 Umdrehungen / min

27 Umdrehungen / min

4. Einfluß von Coffein

Wie oben bereits erwähnt, ist die Aufmerksamkeit von ausschlaggebender Bedeutung auf den Ablauf des oNy und des oNNy. Mit abnehmender Aufmerksamkeit entstehen zunehmend Unregelmäßigkeiten. In der folgenden Versuchsreihe sollte der eventuelle Einfluß von Coffein auf den oNNy geprüft werden. Die Probanden waren wiederum Studenten und Angehörige der Berliner Bereitschaftspolizei (20 - 30 Jahre), die sich körperlich gesund fühlten. Die Versuchspersonen hatten normal zu Mittag gegessen. Die Untersuchungen wurden in den späten Nachmittagsstunden durchgeführt. Vor Versuchsbeginn wurde eine Puls- und Blutdruckkontrolle vorgenommen und ein "Nüchternnystagmogramm" geschrieben.

Das Coffein wurde in Form von Kaffee zugeführt. Der Kaffee wurde aus 10,4 g Nescafe und 600 ml Wasser bereitet. Da 2,6 g Nescafe 100 mg Coffein enthielten, betrug die Coffein-Gesamtdosis 400 mg pro Person. Sie wurde in 4 Portionen von je 150 ml Kaffee im Abstand von 30 Minuten aufgenommen. Der erste Ng wurde eine Stunde nach Trinkbeginn nach der Aufnahme von 200 mg Coffein angefertigt, das zweite Ng 15 Minuten nach Aufnahme der Gesamtmenge. Beim Vergleich der Nüchternnystagmogramme gegenüber denen, die unter Coffeineinwirkung registriert wurden, fiel vor allem auf, daß es zu einer Verminderung der Unregelmäßigkeiten kam.

Mit zunehmender Coffeinwirkung war subjektiv eine deutliche regere Beteiligung der Probanden am Versuchsprogramm festzustellen. Oder anders betrachtet: die vermutete mögliche Beeinflussbarkeit des oNy auch durch Coffein war nachweisbar, allerdings erfolgt sie wohl nur über eine Aufmerksamkeitssteigerung.

Hier findet sich eine gewisse Übereinstimmung mit den Untersuchungen von L u f f (1963). Am Kugeltestgerät konnten L u f f und Mitarbeiter eine vorübergehende Besserung der psychomotorischen Leistung nach 0,2 g Coffein beobachten, wenn eine herabgesetzte Leistungsdisposition durch Ermüdung oder Erschöpfung vorlag. Auffällig war weiterhin, daß der oNNy nach 0,2 g Coffein deutlicher in Erscheinung trat als im Nüchternnystagmogramm. Diese drückte sich besonders in einer Frequenzsteigerung des NNy bei allen Reizmusterdichten aus. Diese Veränderung nahm jedoch mit steigender Coffeinzufuhr nicht zu, sondern zeigt dann eher rückläufige

Tendenz. Darüber hinaus ist in den Kurven, die nach der höheren Coffeingabe gewonnen wurden, eine Unregelmäßigkeit der Nachnystagmuskuckungen zu beobachten. Sie ist bedingt durch eine sehr wechselnde Amplitude und Dauer der Nachnystagmuskuckung (s. Abb. 8).

Nachnystagmus nach Coffein

Reizmusterdichte: 6 Streifen/10sec
Winkelgeschw.: 36°/sec

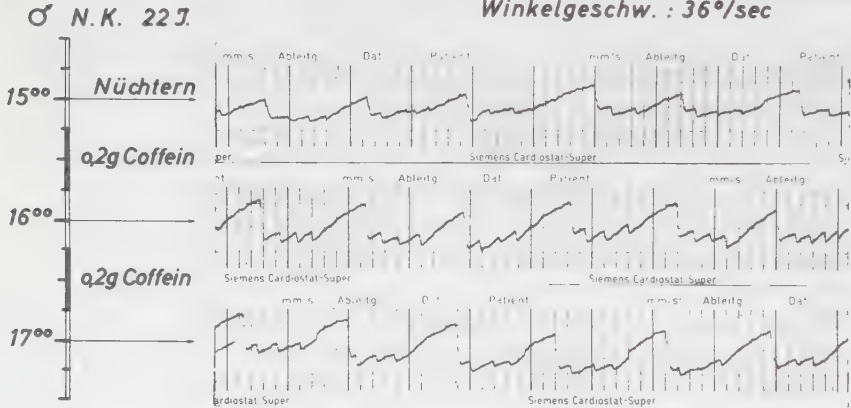


Abb. 8

Es scheint auch bei einem Reizmuster von 24 Streifen in 10 sec. zu einer Frequenzsteigerung zu kommen, die Frequenzsteigerung ist allerdings geringer als diejenige der Zwischenzuckungen. In der folgenden Tabelle wird versucht, eine Zusammenstellung der zahlenmäßigen Auswertung von 20 Nystagmogrammen unter Coffeineinfluß zu geben. (Siehe Seite 17)

Gleichzeitig mit jeder Registrierung eines Nystagmogramms wurde der Blutdruck gemessen, er erfuhr unter den hier verwendeten Coffeinemengen keine Änderung.

Der Vollständigkeit halber wurden von den Versuchspersonen, bei denen gleichzeitig der Einfluß von Alkohol und Coffein auf den oNy geprüft werden sollte, auch Nystagmogramme nur unter Alkoholeinwirkung geschrieben.

Auswertung der Nystagmogramme unter Coffeininfluß

a-nachtern
b-nach 0,2g Coffein
c-nach 0,4g Coffein

Versuchsnummer	Reizmuster 2x5 Streifen						Reizmuster 12 Streifen						Reizmuster 6 Streifen						Reizmuster 3 Streifen					
	Hauptzuckungen			Hauptzuckungen			Hauptzuckungen			Hauptzuckungen			Hauptzuckungen			Hauptzuckungen			Hauptzuckungen			Hauptzuckungen		
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c
45	24	24	25	12	12	12	10	12	10	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	6	10	8
46	23	24	24	12	12	12	8	12	11	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	5	5	4
47	23	24	26	12	12	12	8	12	11	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	5	7	6
48	23	24	26	12	12	12	10	16	14	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	6	8	6
49	20	22	22	12	12	12	10	12	12	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	0	10	10
50	24	24	24	12	12	12	8	12	12	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	12	10	10
51	24	24	25	12	12	12	0	12	12	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	3	6	6
52	26	26	26	11	13	12	10	18	15	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	3	6	6
53	26	24	24	12	12	12	0	12	12	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	3	6	6
54	22	24	24	12	12	12	5	12	12	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	3	8	11
55	24	32	28	12	12	12	5	5	11	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	12	18	16
56	23	26	23	12	12	12	10	10	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	14	13	15
57	25	30	26	12	12	12	11	12	11	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	3	2	0
58	24	25	24	12	12	12	0	0	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	3	0	0
59	25	24	24	12	12	12	12	0	0	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	3	0	0
60	23	24	24	12	12	12	12	12	12	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	3	0	0
61	23	24	22	12	12	12	12	12	12	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	12	12	9
62	24	24	24	12	12	12	12	12	12	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	3	0	0
63	24	24	24	12	12	12	12	12	12	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	3	0	0
64	28	28	28	12	12	12	12	12	12	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	3	21	12
65	24	24	24	12	12	12	12	12	12	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	3	0	0
Mittelwerte	237	253	246	119	119	119	7,8	11,2	11,6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	3	3	107	151	132
	474	505	491	237	239	239	156	224	211				154	194	202									

Mittelwerte 237 253 246 119 119 119 7,8 11,2 11,6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 6 3 3 3 107 151 132

Bei den durchgeführten Untersuchungen kam es wie bei den Versuchen von S c h u s t e r mit steigender Blutalkoholkonzentration zu einer Abnahme der Frequenz. Bei kleinen Reizmusterdichten konnte beobachtet werden, daß die Folgebewegungen auch unter dem Einfluß geringer Alkoholmengen fast normal aussahen, während die Frequenz der Zwischenzuckungen schon bei Blutalkoholkonzentrationen von 0,5 - 1,0‰ verändert war. Auch hier war eine Reizmusterdichte von 3 und 6 Streifen in 10 sec. am geeignetsten, um Zwischenzuckungen im nüchternen Zustand nachzuweisen und diese dann unter Alkoholbeeinflussung zu beobachten.

Die Nystagmogramme dieser kombinierten Versuche boten grundsätzlich die gleichen Veränderungen wie die Alkoholversuche. Mit steigender Blutalkoholkonzentration kam es vor dem völligen Verschwinden der Zwischenzuckungen zu einer deutlichen Verminderung derselben. Die zahlenmäßige Abnahme der Zwischenzuckungen war aber bei zusätzlicher Coffeingabe nicht so groß wie bei den reinen Alkoholversuchen.

Obgleich wir auch hier charakteristische Abweichungen vom "normalen Typus" fanden, ist der Aussagewert der Ergebnisse bisher begrenzt, insofern als noch keine genügend hohe Zahl derartiger Nystagmogramme zur Verfügung stand, um auch eine statistisch gesicherte Beurteilung zu geben.

Schlußbetrachtung

Wenn man die Ergebnisse überprüft, so zeigt sich, daß die Registrierung des oNy eine elegante Methode ist, um die Störung des optisch-vestibulären Systems durch Pharmaka nachzuprüfen. Da es sich aber nur um einen psychophysischen Reflex handelt, ist das Nystagmogramm sehr von der Aufmerksamkeit der Versuchsperson abhängig. Die Unregelmäßigkeiten im Rhythmus der Nystagmuszuckungen bei optimaler Reizmusterdichte von 24 Str. sind in erster Linie als meist unbewußte Veränderung der Aufmerksamkeit zu erklären, in der Art, daß der regelmäßige Nystagmusrhythmus durch Blickbewegung der Augen gestört wird.

Die Ergebnisse von K r a u l a n d , S c h u s t e r und K l e i n zeigen, daß der Nystagmusrhythmus sich in Blickbewegung und Nachnystagmus zerlegen läßt, wenn die Reizmusterdichte genügend klein ist.

Bei systematischen Reihenuntersuchungen sollte man sich dieser Kunstgriffe immer bedienen; die von den Autoren vorgeschlagene Reizmusterdichte hat sich durchaus bewährt. Allerdings sind bei diesem Verfahren nicht immer auswertbare einheitliche Ergebnisse zu erzielen wie die hiesigen Untersuchungen an 80 Personen ergeben haben.

Das methodische Vorgehen bei unseren Versuchen gliederte sich in zwei Abschnitte. In erster Linie interessierten die Zusammenhänge zwischen Nystagmus bzw. nystagmographischen Bild und Reizmusterdichten und -geschwindigkeit. In einer zweiten Versuchsreihe versuchten wir Aufschluß zu gewinnen über den Einfluß von Alkohol und Coffein auf die Nystagmusform.

Alle bisherigen Untersuchungen haben gezeigt, daß der oNy ein komplexes Geschehen darstellt zwischen gesteuerter Blickbewegung und reflektorischem Rhythmus. In der ersten Versuchsreihe sollte versucht werden, diese beiden Komponenten zu trennen. Wir gingen dabei von der Erfahrung aus, daß durch optokinetische Reizung ein Nachnystagmus ausgelöst werden kann (Ohm, Grüttner, Ter Braak).

Kürzlich hat sich auch M a c k e n s e n mit dem Nachnystagmus beschäftigt und gezeigt, daß er umso länger dauert, je größer die Nystagmusreizung war.

O h m und M a c k e n s e n sind der Meinung, daß die optokinetische Reizung eine zentrale Erregung bewirkt, die den Reiz überdauert und langsam wieder abklingt.

Bei den Untersuchungen trat ein Nachnystagmus auf bei einer Reizmusterdichte von

12 Streifen / Umdrehung	in 66 %
6 Streifen / Umdrehung	in 80 %
3 Streifen / Umdrehung	in 64 % der Fälle.

Es gibt also einige Probanden, bei denen bei einem Reizmuster von 6 Streifen / Umdrehung ein Nachnystagmus ausgelöst werden kann, während bei einem Reizmuster von 3 Streifen / Umdrehung kein Nachnystagmus auftrat. Man könnte daraus schließen, daß eine bestimmte Anzahl von Konturen in der Zeiteinheit das Gesichtsfeld durchlaufen muß, damit ein Nachnystagmus ausgelöst werden kann. Die Grenze wird individuell verschieden sein. Ferner kann ein einziger das Gesichtsfeld passierender Streifen nach M a c k e n s e n (O h m , T e r B r a a k) eine Schlagfolge auslösen. Es konnte auch beobachtet werden, daß bei einigen Probanden am Anfang der Reizmusterdichte von 3 Streifen / Umdrehung zunächst ein Nachnystagmus auftrat, der dann bei längerem Wirken des Reizmusters wieder verschwand. Man hatte den Eindruck, die Versuchspersonen konzentrierten sich auf die Streifenfolge derart, daß sie ein Zeitgefühl für das Sichtbarwerden des nächsten Streifens bekamen und in der Zwischenzeit ganz ruhig geradeaus sahen. Nach diesen Versuchen mußte man den Eindruck gewinnen, daß das Auftreten des Nachnystagmus mit Hilfe der Aufmerksamkeit unterdrückt werden konnte, dieses entspricht auch sonst der Erfahrung. Hierfür spricht auch die Erscheinung, daß bei einigen Probanden abwechselnd ein Nystagmus mit und ohne Nachnystagmus auftrat. Die Frequenz des Nachnystagmus schwankte zwischen 24 und 28 Zuckungen in 10 Sekunden, sie entsprach somit jener Nystagmusfrequenz, die bei einem Reizmuster von 24 Streifen auftrat.

Ehe man also von einem Fehlen des oNNy spricht, muß mit verschiedenen Reizmusterdichten gepuft werden. Dabei lassen sich krankhafte Störungen am besten aufdecken.

Nach dem Umschalten von einem Reizmuster auf ein anderes war ferner zu beobachten, daß der alte Rhythmus eine kurze

Zeit weiter andauerte und dann erst der Übergang zu dem neuen Reizmuster entsprechender Schlagfolge zustande kam.

Anknüpfend an Untersuchungen von M a c k e n s e n über die Änderung der Zuckungsformen in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Reizmusters, befaßten wir uns mit Versuchen, in denen gleichzeitig Reizmusterdichte und Reizmuster-geschwindigkeit geändert wurden.

Das von M a c k e n s e n ermittelte Ergebnis, daß die Steigerung der Reizintensität durch Vergrößerung der Amplitude und Frequenz beantwortet wird, konnte bestätigt werden.

Es stellte sich heraus, daß die Reizmusterdichte bei hohen Geschwindigkeiten für die Art des ausgelösten optokinetischen Nystagmus nur eine untergeordnete Rolle spielt. Die individuelle Schwankungsbreite war bei diesen Untersuchungen besonders groß, daher wurde auf eine zahlenmäßige Auswertung der Kurven verzichtet.

Alle bisherigen Untersuchungen (E l b e l) haben die verbreitete Meinung bestätigt, daß Coffein zwar Alkoholintoxikationen abzuschwächen imstande ist, die Blutalkoholkurve jedoch verändert sich weder nach kleinen noch nach großen Coffeingaben. Eine von einigen Autoren beschriebene Verbesserung psychomotorischer Leistungen durch Coffein vermag allein nicht die generelle Schädigung der Gesamtleistung durch Alkohol auszugleichen.

Es lag nahe, die Ergebnisse, wie dies S c h u s t e r getan hat, zu quantifizieren und nach einer statistischen Sicherung zu suchen. Allein bei den vielen Einflüssen, die beim Nachnystagmus (oNNy) zu berücksichtigen sind, waren klare Anhaltspunkte für den Ausgangspunkt einer solchen Berechnung noch nicht zu gewinnen, so wurden die Ergebnisse lediglich qualitativ beurteilt.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Alle bisherigen Untersuchungen haben gezeigt, daß der oNy ein komplexes Geschehen darstellt zwischen gesteuerter Blickbewegung und reflektorischem Rhythmus.

In der ersten Versuchsreihe sollte ermittelt werden, ob sich diese beiden Komponenten trennen lassen. Es wurde der Zusammenhang zwischen nystagmographischem Bild und Reizmusterdichte bzw. Reizmustergeschwindigkeit untersucht. Außerdem wurde versucht, Aufschluß zu gewinnen über den Einfluß von Alkohol und Coffein auf die Nystagmusform. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf das Auftreten und Verschwinden des Nachnystagmus gelegt.

Die Reizmusterdichte spielt bei hohen Geschwindigkeiten für die Art des ausgelösten optokinetischen Nystagmus nur eine untergeordnete Rolle. Der Nachnystagmus kam am besten zum Ausdruck bei einem Reizmuster von 6 Streifen je Umdrehung. Der Nachnystagmus konnte jedoch durch Aufmerksamkeit wesentlich beeinflusst werden. Die vermutete mögliche Beeinflußbarkeit des oNy durch Coffein war nachweisbar, allerdings erfolgt sie wohl nur über eine Aufmerksamkeitssteigerung.

Literaturverzeichnis

- B e n d e r Electrical recordings of normal and abnormal eye movements modified by drugs.
Arch. of Neurol. 67, 357 (1952).
- G r ü t t n e r Experimentelle Untersuchungen über den optokinetischen Nystagmus.
Z. Sinnesphysiologie 68, 1 (1939).
- J u n g Elektrische Methode zur mehrfachen Registrierung von Augenbewegungen und Nystagmus.
Sonderdruck aus Klin. Wochenschrift Nr. 1 21 - 24 (1939).
- K l e i n Vortrag auf dem Jahreskongreß der Deutschen Gesellschaft für gerichtl. Medizin in Zürich (1958).
- K r a u l a n d ,
S c h u s t e r ,
K l e i n Erfahrungen mit der Elektronystagmographie bei alkoholisierten Personen (1960).
- L u f f ,
V o g l e r ,
B a r d o n g Über den Einfluß des Coffeins auf das Leistungsverhalten am Kugeltestgerät.
- M a c k e n s e n Zur Technik der Elektronystagmographie
Monatsblätter für Augenheilkunde Bd. 121, S. 599 (1952).
- M a c k e n s e n Untersuchungen zur Physiologie des optokinetischen Nystagmus
Graefes Archiv für Ophthalmologie Bd. 155 5284 (1954).
- M a c k e n s e n Untersuchungen der Physiologie des optokinetischen Nystagmus. Änderung der Zuckungsformen in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Reizmusters.
Graefes Archiv für Ophthalmologie Bd. 156 S. 535 - 546 (1955).

- M i t t e r m a i e r Elektrographische Nystagmus-
registrierung.
Z. Laryng. 31, 115.
- O h m Die klinische Bedeutung des
optokinetischen Drehnystagmus.
Klin. Mbl. für Augenheilkunde
1 5323 (1922).
- R o e l o f s Optokinetischer Nystagmus
Documenta ophthalmica
7 - 8, S. 597 (1954).
- S t a r c k Vortrag auf dem Jahreskongreß
der Deutschen Gesellschaft für
gerichtl. Medizin in Düsseldorf
(1955).
- S c h o t t Über die Registrierung des
Nystagmus und anderer Augen-
bewegungen vermittels des
Saitengalvanometers
Deutsches Archiv für klinische
Medizin 140 79 - 90.
- S c h u s t e r Die Elektronystagmographie zur
Bestimmung des Grades der
Alkoholbeeinflussung
Diss. med. Berlin (1959).
- T e r B r a a k Untersuchungen über
optokinetischen Nystagmus
Arch. of Neurol. Physiol.
21, 302 - 376.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor

Dr. med. Walter K r a u l a n d

für die Überlassung des Themas und die Förderung
während der Arbeit herzlich zu danken.

L e b e n s l a u f

Am 23. April 1937 wurde ich als Tochter des Industriekaufmanns Rudolf Birkholz, geb. 24.12.1904, und seiner Ehefrau Anna, geb. Kremmling, in Hannover geboren.

In den Jahren 1943 bis 1947 besuchte ich die Volksschule in Hohen-Neuendorf bei Berlin. Anschließend ging ich in die Hans Thoma-Oberschule in Berlin-Hermsdorf und bestand hier im Februar 1956 das Abitur.

Im Mai 1956 wurde ich an der Freien Universität Berlin immatrikuliert; die ärztliche Vorprüfung habe ich im Jahre 1958 abgelegt.

Während meiner anschließenden klinischen Studienzeit war ich ein Semester an der Universität München. Am 5. April 1962 habe ich an der Freien Universität Berlin die ärztliche Prüfung mit dem Urteil g u t bestanden.

Als Medizinalassistentin arbeitete ich im Institut für gerichtliche und soziale Medizin der Freien Universität Berlin, auf der chirurgischen und gynäkologischen Abteilung des Städt. Krankenhauses Am Urban und auf der Inneren Abteilung des Städt. Auguste-Viktoria-Krankenhauses.

Im Hinblick auf mein späteres Berufsziel - Facharzt für Anästhesie - bin ich seit 1. Juni 1964 auf der Chirurgischen Abteilung des Städt. Krankenhauses Am Urban als Assistenzärztin tätig.

